

# 正誤判定の応答時間によるストループ干渉と逆ストループ干渉の計測

福田 一帆 (工学院大学 情報学部, fukuda@cc.kogakuin.ac.jp)

戸田 健太 (工学院大学 情報学部, j218173@g.kogakuin.jp)

Stroop interference and Reverse-Stroop interference measured by the response time of binary Yes/No decisions

Kazuho Fukuda (School of Informatics, Kogakuin University, Japan)

Kenta Toda (School of Informatics, Kogakuin University, Japan)

## Abstract

This article proposes a binary Yes/No decision method to measure Stroop and Reverse-Stroop interferences. In the proposition, participants judge whether one given color name (or one given color patch) is consistent or inconsistent with the color (or the word) of an incongruent color-word combination stimulus for each trial of interference conditions, then the degree of interferences is evaluated by the mean response time in interference conditions relative to that in control conditions. This method minimizes the number of color names or color patches given as participant's choices relative to the well-known matching methods, where four or five choices are given for each trial. Our validation experiment showed that the response time in the interference conditions was significantly longer than that in the control conditions for both Stroop and Reverse-Stroop tasks. These results validated that the Stroop and Reverse-Stroop interferences were measurable by the proposed binary decision methods. Note that the mean response time for Stroop and Reverse-Stroop tasks was equivalent in the test with binary decision methods (in Experiment 1), but that was longer for Stroop tasks than Reverse-Stroop tasks in the test with matching methods (in Experiment 2). These results suggest that the number and area of given participant's choices affect the difference in response time between the Stroop and Reverse-Stroop tasks.

## Key words

Stroop Interference, Reverse-Stroop Interference, response time, binary decision, Stroop color-word test

## 1. はじめに

ストループ干渉とは、色名を意味する文字（文字情報）とその文字のインク色（色情報）が一致しない色名語に対して、インクの色名を口頭で回答するストループ干渉課題（SI 課題）において、文字情報を伴わない単なるインクの色名を回答する統制条件よりも応答が遅れる現象である（MacLeod, 1991）。この効果は、Stroop（1935）により発見された。一方、同様に文字情報と色情報が一致しない色名語に対して、文字情報が表す色名を回答する逆ストループ干渉課題（RI 課題）において、黒インクで書かれた色名語の文字情報が表す色を回答する統制条件に対する応答の遅れも検証されている。RI 課題では、文字情報が表す色名を口頭で回答する場合には応答の遅延はほとんど生じなかったが、Flowers（1975）は刺激の文字情報に対応したインク色を選択するマッチング法により応答の遅延、つまり逆ストループ干渉が生じることを示した。

ストループ干渉と逆ストループ干渉とでは課題の性質が異なる。ストループ干渉は色情報の言語化において不適切な言語情報が干渉するが、逆ストループ干渉では言語情報の色変換において不適切な色情報が干渉する（箱田・佐々木, 1990）。また、それに伴い背景となる神経基盤が異なることを示す報告もあり、年齢による違い（Ikeda, Okuzumi, & Kokubun, 2013；松本・箱田・渡辺, 2012；佐々

木・箱田, 1985）、課題実施中に活性化する脳領域の違い（Song & Hakoda, 2015）、ADHD との関連（Ikeda et. al., 2013; Song & Hakoda, 2011）、などが報告されている。

以上のような両干渉の性質の違いから、マッチング法により同等の方法で両干渉を比較可能な手法が提案、利用されている。集団用ストループ検査（箱田・佐々木, 1990）は、多数の問題と選択肢が一覧表示された検査用紙を用いて 1 問ごとに適切な選択肢をペンでチェックして回答する課題により、制限時間内の回答数からストループ干渉と逆ストループ干渉の干渉率を求める。タブレット版ストループ検査（八田・八田・木村・重盛・岩原, 2023）は、同様のマッチング法を用いてタブレット端末により適切な選択肢をタップする課題から、反応数、正誤数、正答の応答時間など自動記録される検査手法である。

本研究では、マッチング法をさらに簡便にした正誤判定法を用いて、ストループ干渉と逆ストループ干渉の両者を同等に比較可能な実験手法を提案する。また、その手法においても干渉による応答遅延が生じるか、SI 課題 RI 課題の間に干渉効果の違いが生じるかを検証することを目的とした。実験 1 では、提案手法の正誤判定法を用いて SI 課題と RI 課題を実施した。また、実験 2 では正誤判定法ではなく選択肢を 4 つ表示したマッチング法を用いて SI 課題と RI 課題を実施して、実験 1 の結果と比較した。

正誤判定法では、マッチング法に用いられる選択肢から 1 つのみを各試行において刺激とともに呈示して、その刺激と選択肢のペアが課題に対して整合するか不整合

であるかを実験参加者がキー操作により回答する。例えば SI 課題の実験において、刺激として青色で書かれた「あか」の文字が表示されたとき、選択肢が「あお」と書かれていれば整合に対応するキーを、それ以外の「あか」「みどり」などが書かれていれば不整合に対応するキーを押下したときにそれぞれ正答と扱う。この手法の利点は、回答キーが整合・不整合に対応した2つで良く、選択肢の表示位置とは無関係に回答できるため操作がシンプルなこと、1問につき刺激と選択肢が1つずつのため、実験参加者の中心窩付近の狭い範囲に表示できるため観察が容易なことである。これらは、文字情報と色情報の干渉以外の応答時間遅延要因となり得る選択肢間の視線移動、回答選択のための手の動きなどを縮小する効果があると考えられる。

また、本研究では、干渉の評価方法を一定時間の正答数や一定数の課題遂行に要した時間にもとづき評価する方法（箱田・佐々木, 1991 ; Martin, 1981 ; Pritchatt, 1958）ではなく、一定数の試行を実施して、正答した各試行の開始から回答までの所要時間にもとづき評価する方法（Blais & Besner, 2007）を用いた。特に本研究では、試行ごとに実験参加者による開始キー押下により刺激と選択肢が呈示され、実験参加者が回答キーを押下するまでの時間を回答時間とした。この手法の利点として、実験参加者は1試行ごとに任意に小休憩が可能となり負担軽減が期待できる。また、誤答による焦り、集中力の途切れ、課題内容の迷いなどが生じた場合には、課題に対する集中状態が回復してから次の試行を開始できるため、誤差要因となる集中状態の乱れの影響を受けずに、各試行の刺激呈示から回答の過程に表れるストループ干渉・逆ス

トループ干渉のみを抽出することができる。

## 2. 研究方法

本研究は、正誤判定法を用いた実験とマッチング法を用いた実験の2つの実験から構成された。いずれの実験も SI 課題と RI 課題の両課題について応答時間を計測した。実験1は正誤判定法の実験であり、1つの実験刺激と1つの選択肢を左右に並べて同時に呈示して、実験参加者は選択肢の正誤を回答した（図1a）。実験2はマッチング法の実験であり、1つの実験刺激と4つの選択肢を上下に同時に呈示して、実験参加者は選択肢から正答と思われるもの1つを選択した（図1b）。

### 2.1 実験条件と刺激

各実験は、SI 課題と RI 課題の課題種別2種類と、統制条件と干渉条件の刺激様態2種類の組み合わせからなる計4種類の条件から構成された。各条件の課題種別、刺激様態、刺激と正答選択肢の対応例を表1に示す。SI 課題では刺激の色情報と選択肢の文字情報が整合したときに正答となるため、統制条件の刺激はカラー1色で塗りつぶされた四角形（以降は色片と呼ぶ）、干渉条件の刺激は文字情報と色情報が非対応の色名語（不一致色名語）、選択肢には黒文字の色名語が表示された。RI 課題では刺激の文字情報と選択肢の色情報が整合したときに正答となるため、統制条件の刺激は黒文字の色名語、干渉条件の刺激は不一致色名語、選択肢には色片が表示された。刺激と選択肢に呈示した文字情報はすべて平仮名で、使用した色および色名は、赤、緑、青、黄の4種類から順序や配置の影響が相殺されるように設定された。

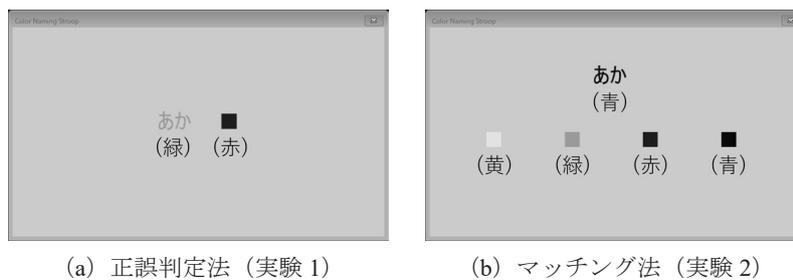


図1：課題画面の例

注：(a) では左側が刺激で右側が選択肢、(b) では上側が刺激で下側が選択肢である。いずれも RI 課題の干渉条件を例として示す。括弧内の色名は刺激と選択肢それぞれの画面上での表示色を表し、実際の課題画面には表示されなかった。

表1：条件ごとの刺激例と対応する正答選択肢

課題種別	刺激様態	刺激例 (文字情報/色情報)	正答選択肢 (文字情報/色情報)
SI 課題	統制条件	■ (—/赤)	あか (赤/黒)
SI 課題	干渉条件	みどり (緑/赤)	あか (赤/黒)
RI 課題	統制条件	みどり (緑/黒)	■ (—/緑)
RI 課題	干渉条件	みどり (緑/赤)	■ (—/緑)

注：刺激例と正答選択肢の記載は、課題画面上での表示を各マス左側に示し、その文字情報と色情報を右側の括弧内に示す。

## 2.2 実験手続き

各実験は、実験参加者の半数は SI 課題の統制条件、干渉条件、RI 課題の統制条件、干渉条件の順に、残りの半数は RI 課題の統制条件、干渉条件、SI 課題の統制条件、干渉条件の順に実施した。条件ごとに、練習 8 試行をおこなった直後に続けて本試行を実施した。実験参加者は実験ごとに全 4 条件完了後に、各条件の難しさの主観を尋ねるアンケートに回答した。

各実験の開始時および試行間の待機画面では、注視点と回答キーの説明が表示されていた。この画面では実験参加者は任意に休憩することができ、注視点に視線を合わせて次の試行への準備が整った状態で実験参加者がスペースキーを押すと、課題画面へ遷移した。待機画面における注視点の位置は、課題画面における刺激位置と一致していた。課題画面では刺激と選択肢が同時に表示され、実験参加者はキー押下により回答した。各試行において実験参加者の開始キー押下による課題画面呈示から回答キー押下までの間の時間を計測・記録して、これを応答時間とした。実験プログラムは Microsoft Excel Visual Basic for Application を用いて作成した。

## 2.3 実験参加者

実験参加者は、21 歳もしくは 22 歳の男女大学生であり、実験 1 には 12 名、実験 2 には 14 名が参加した。実験参加者は Web 上で公開されている色覚検査 Enchroma Color Blind Test (EnChroma, Inc.) を実験と同じ環境で実施して Normal Color Vision と判定されたことを確認した。実験 1 は 12 名全員が研究室で共通の PC を使用して実験に参加した。実験 2 は 8 名が遠隔で各自の PC を使用し、6 名は共通の PC を使用して実験に参加した。遠隔実施と対面実施に共通して、実験はカーテンまたはブラインドにより自然光を遮った屋内で部屋の照明を点けた状態で実施した。PC の画面設定は色温度設定を標準として、輝度は最

大輝度または最大輝度で眩しすぎる場合は眩しくない範囲の最大輝度とした。文字の拡大率の設定は 100% とした。

## 2.4 結果の分析方法

実験結果は、正答した試行のみの応答時間を分析対象とした。はじめに、ストロープ干渉と逆ストロープ干渉それぞれについて応答時間の遅延が表れたかを分析するため、課題種別 2 種類 (SI 課題と RI 課題) と刺激様態 2 種類 (統制条件と干渉条件) の応答時間データについて、2 要因参加者内分散分析により、主効果または交互作用が有意であるかを検定した。次に、ストロープ干渉と逆ストロープの干渉の強さを比較するために、SI 課題と RI 課題それぞれについて下記の式 (1) を用いて、統制条件の応答時間  $T_s$  に対する干渉条件の応答時間  $T_i$  の増分比により応答時間の増加率  $R_{\Delta T}$  [%] を求めて、繰り返しのある  $t$  検定により応答時間の増加率に有意な差があるかを検定した。分析には統計ソフト jamovi (The jamovi project, 2022) を使用した。

$$R_{\Delta T} [\%] = \left( \frac{T_i}{T_s} - 1 \right) \times 100 \quad (1)$$

## 3. 実験 1：正誤判定法による応答時間の計測

実験 1 では本研究において提案する正誤判定法を用いて、SI 課題と RI 課題による応答時間の計測実験を実施した。その結果から、正誤判定法において、統制条件と干渉条件の応答時間に有意な差が確認されるか、ストロープ干渉と逆ストロープ干渉の強さの程度が異なるのかを明らかにすることを目的とした。

### 3.1 実験刺激

実験 1 では、1 問ごとに一對の刺激と選択肢を表示して、実験参加者はその正誤を回答した。表示位置は刺激

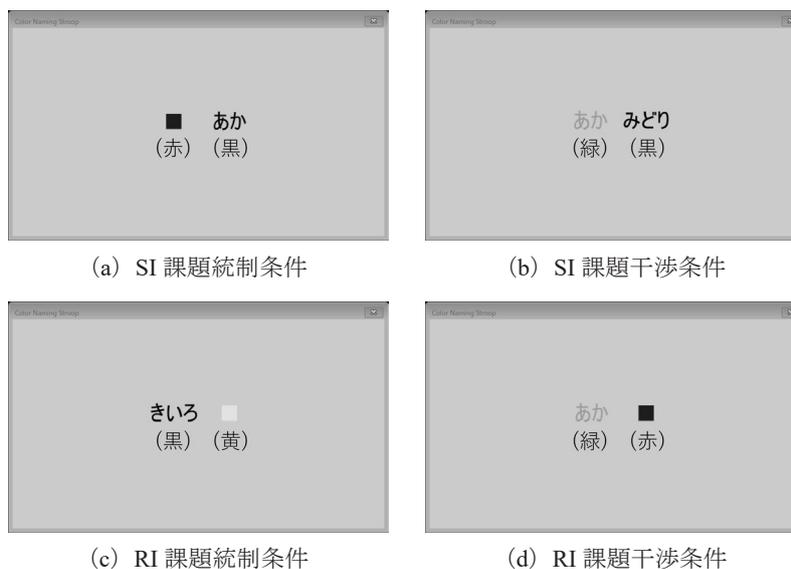


図 2：実験 1 における条件ごとの課題画面の例

注：括弧内の色名は刺激と選択肢それぞれの画面上での表示色を表し、実際の課題画面には表示されなかった。

表 2：刺激と選択肢の組み合わせとその正否

統制条件	刺激 (文字または色情報)	赤	赤	緑	緑	黄	黄	青	青
	選択肢	赤	緑	赤	緑	黄	青	黄	青
	正否	○	×	×	○	○	×	×	○
干渉条件	刺激 (文字情報)	赤	赤	緑	緑	黄	黄	青	青
	刺激 (色情報)	緑	緑	赤	赤	青	青	黄	黄
	選択肢	赤	緑	赤	緑	黄	青	黄	青
	正否 (SI 課題)	×	○	○	×	×	○	○	×
	正否 (RI 課題)	○	×	×	○	○	×	×	○

注：正否の○は刺激と選択肢の整合を、×は非整合を表す。

が課題画面中央の左側に、選択肢がその右側に、横一列に隣り合い表示された。図 2 に条件ごとの課題画面の表示例を示す。図 2 (a) に例示した SI 課題の統制条件では、刺激は赤、緑、青、黄いずれか 1 色の色片が各試行で呈示された。選択肢には黒文字の色名語が配置された。選択肢の色名語は表 2 に示すように、刺激の色により限定された。図 2 (b) に例示した SI 課題の干渉条件では、刺激は表 2 に示すように緑色の「あか」、赤色の「みどり」、黄色の「あお」、青色の「きいろ」のいずれか 1 種が各試行で呈示された。選択肢は、表 2 に示すように刺激の文字情報または色情報のいずれかに一致する色名が表示された。図 2 (c) に例示した RI 課題の統制条件では、刺激には黒文字の色名語 1 つが各試行で呈示された。選択肢には刺激により表 2 に示す色の色片 1 つが配置された。図 2 (d) に例示した RI 課題の干渉条件では、刺激は SI 課題の干渉条件と同様であり、選択肢には表 2 に示すように、刺激の文字情報または色情報に一致する色片 1 つが表示された。

刺激の呈示順序は、いずれの条件においても、表 2 の刺激と選択肢の組み合わせ 8 種類がランダムな順序で 1 度ずつ呈示されるのを 1 セットとして、これを 4 セット実施し、実験参加者 1 名あたり全 32 試行実施された。ただし、同色の刺激が 2 試行連続して呈示されることはなかった。

実験参加者の回答はキー入力により記録された。刺激と選択肢の整合には「j」のキー、非整合には「f」のキーが割り当てられ、実験参加者が課題ごとと表 2 に示す整合、非整合を正しく答えられた場合を正答とした。実験参加者はブラインドタッチのホームポジションに手を置き、刺激呈示時には親指でスペースキーを押下し、両手の人差し指で回答キーを押下した。そのため、全てのキー操作は指の位置を動かさずにおこなうことができた。

### 3.2 結果と考察

実験 1 全体の誤答率は 0.98 % であった。図 3 に課題種別および刺激様態ごとの応答時間について、実験参加者間の平均値とその標準誤差を示す。横軸は課題種別と刺激様態を表し、縦軸は応答時間 (秒) を示す。平均値とその標準誤差は SI 課題の統制条件が 0.818 (±0.031) 秒、干渉条件が 0.993 (± 0.048) 秒、RI 課題の統制条件が 0.817

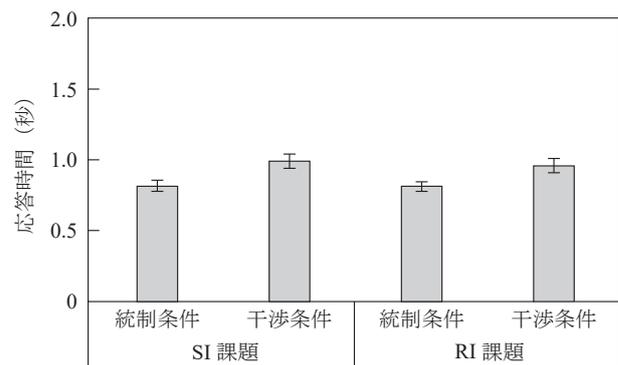


図 3：課題種別および刺激様態ごとの応答時間

(± 0.025) 秒、干渉条件が 0.959 (± 0.054) 秒であった。

課題種別および刺激様態間の応答時間の差を検定するために、結果に対して課題種別 2 水準 (SI 課題、RI 課題) と刺激様態 2 水準 (統制条件、干渉条件) を要因とする 2 要因参加者内の分散分析をおこなった。分析の結果、課題種別の主効果は有意でなかった ( $F(1,11) = 0.825$ ,  $p = 0.383$ )、刺激様態の主効果は有意であった ( $F(1,11) = 12.072$ ,  $p = 0.005$ )。課題種別と刺激様態の交互作用は有意でなかった ( $F(1,11) = 0.353$ ,  $p = 0.554$ )。以上の検定結果および応答時間の平均値から、干渉条件では統制条件よりも応答時間が有意に大きいことが示され、これは本手法においてストループ干渉と逆ストループ干渉のいずれも応答時間の遅延効果が表れたことを意味する。

次に、SI 課題と RI 課題における応答時間の遅延効果の程度を比較するために、各課題の統制条件に対する干渉条件の応答時間の増加率  $R_{\Delta T}$  を式 (1) により求めて、対応のある  $t$  検定をおこなった。応答時間の増加率の実験参加者間平均とその標準誤差は、SI 課題が 22.1 (±5.1) %、RI 課題が 19.2 (± 7.2) % であった。ジャビロ = ウィルクの正規性検定の結果、正規性の前提が満たされていると判定されたので ( $W = 0.938$ ,  $p = 0.473$ )、スチューデントの  $t$  検定をおこなった結果、課題間で差が有意でないことが示された ( $t(11) = 0.570$ ,  $p = 0.580$ )。以上の結果は、本手法において SI 課題と RI 課題における応答時間の遅延効果に差があるとはいえないことを示す。

#### 4. 実験2：マッチング法による応答時間の計測

実験1では正誤判定法により、SI課題とRI課題の両者に共通して干渉による応答遅延が確認され、応答時間の増加率には課題間で有意な差が無いことが示された。また、応答時間についても課題間の差は表れなかった。実験2では、従来法である選択肢から正答を選択するマッチング法へと課題を変更して、回答様式のキー押下や分析方法などは実験1と同様の方法を用いることにより、実験1と同様の結果となるのかを確認することを目的とした。

##### 4.1 実験方法

実験2では、1問ごとに表示される4つの選択肢から正答を選択するマッチング法により実験を実施した。表示位置は課題画面上部に実験刺激、下部には横一列に4つの選択肢がそれぞれ表示された。図4に実験2における4条件それぞれの課題画面の表示例を示す。図4(a)に例示したSI課題の統制条件では、刺激は赤、緑、青、黄の色片いずれか1つが呈示された。選択肢には黒文字の「あか」「みどり」「あお」「きいろ」の4種の色名語すべてがランダムな順序で配置された。図4(b)に例示したSI課題の干渉条件では、刺激は「あか」「みどり」「あお」「きいろ」の文字列4種と赤、緑、青、黄色のフォント色4種の組み合わせから文字列の意味と文字色が同色の4種を除いた全12種類のいずれか1つが呈示された。選択肢は統制条件と同様の4種の色名語であった。図4(c)に例示したRI課題の統制条件では、刺激には黒文字の「あか」「みどり」「あお」「きいろ」の4種の色名語いずれ1つが呈示された。選択肢には赤、緑、青、黄の色片すべてがランダムな順序で配置された。図4(d)に例示したRI課題の干渉条件では、刺激はSI課題の干渉条件と同様に12種類のいずれか1つが呈示された。選択肢は統制条件と同様の4種の色片であった。

実験2では実験参加者1名あたり条件ごとに36試行が実施された。試行の順序は課題種別によらず、統制条件では、4種類の刺激がランダムな順序で1度ずつ呈示されるのを1セットとして、これを9セット実施した。干渉条件では、12種類の刺激がランダムな順序で1度ずつ呈示されるのを1セットとして、これを3セット実施した。ただし、いずれの条件でも、正答となる色片または色名が同色である試行が連続して呈示されることは無かった。

実験参加者の回答はキー入力により記録された。一列に並んで表示された4つの選択肢の左から順に「d」「f」「j」「k」のキーが割り当てられ、実験参加者はホームポジションに手を置き、刺激呈示時には親指でスペースキーを押下し、4つの回答キーは両手の人差し指と中指で押下するように教示された。そのため、実験参加者がキー操作のために指の位置を変える必要は無かった。

##### 4.2 結果と考察

実験2全体の誤答率は1.4%であった。図5に課題種別および刺激様態ごとの応答時間について、実験参加者間の平均値とその標準誤差を示す。横軸は課題種別と刺激様態を表し、縦軸は応答時間(秒)を示す。平均値とその標準誤差はSI課題の統制条件が1.084(±0.050)秒、干渉条件が1.384(±0.098)秒、RI課題の統制条件が0.795(±0.080)秒、干渉条件が1.043(±0.075)秒であった。

課題種別および刺激様態間の応答時間の差を検定するために、結果に対して課題種別2水準(SI課題、RI課題)と刺激様態2水準(統制条件、干渉条件)を要因とする2要因参加者内の分散分析をおこなった。分析の結果、課題種別の主効果( $F(1,13) = 94.23, p < 0.001$ )、刺激様態の主効果( $F(1,13) = 57.53, p < 0.001$ )はいずれも有意であった。課題種別と刺激様態の交互作用は有意でなかった( $F(1,13) = 0.525, p = 0.481$ )。以上の検定結果および応答時間の値から、2つのことが示された。第一に、干渉条件で

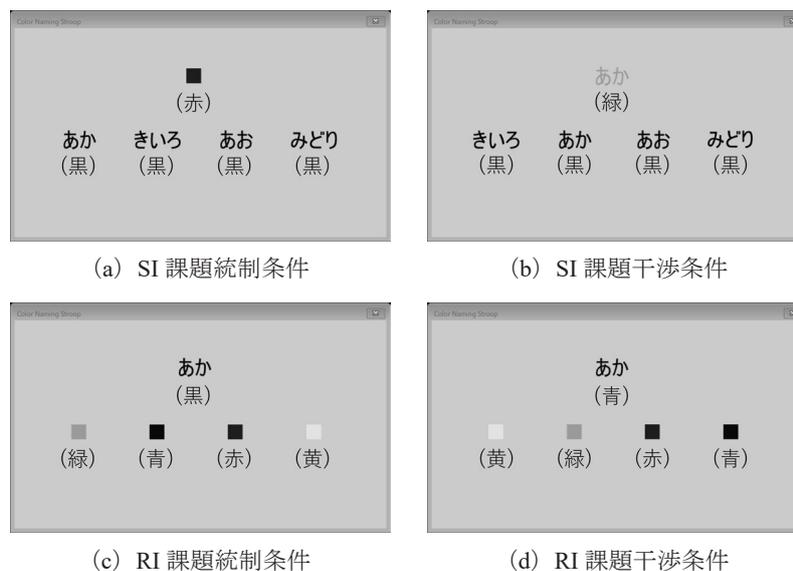


図4：実験2における条件ごとの課題画面の例

注：括弧内の色名は刺激と選択肢それぞれの画面上での表示色を表し、実際の課題画面には表示されなかった。

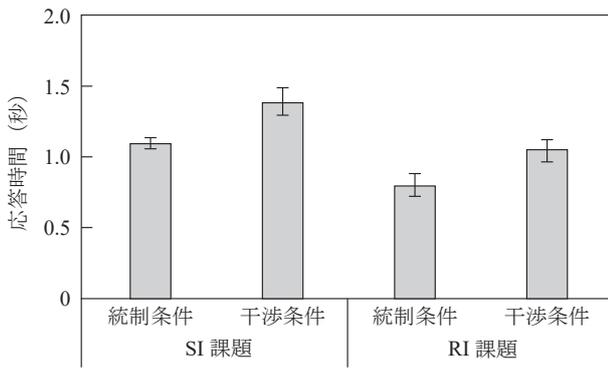


図5：課題種別および刺激様態ごとの応答時間

は統制条件よりも応答時間が有意に大きいことが示され、これは本実験方法においてストループ干渉と逆ストループ干渉のいずれも応答時間の遅延効果が表れたことを意味する。第二に SI 課題では RI 課題よりも応答時間が有意に大きいことが示され、これは刺激の色を認識してそれに整合する色名語を選択する SI 課題は、刺激の色名語を認識してそれに整合する色片を選択する RI 課題よりも、回答に時間がかかったことを意味する。

次に、SI 課題と RI 課題における応答時間の遅延効果の程度を比較するために、各課題の統制条件に対する干渉条件の応答時間の増加率  $R_{\Delta T}$  を式 (1) により求めて、対応のある  $t$  検定をおこなった。応答時間の増加率の実験参加者間平均とその標準誤差は、SI 課題が 27.2 ( $\pm 5.5$ ) %、RI 課題が 34.2 ( $\pm 4.8$ ) % であった。ジャビロ=ウィルクの正規性検定の結果、正規性の前提が満たされていると判定されたので ( $W = 0.880, p = 0.058$ )、スチューデントの  $t$  検定をおこなった結果、課題間で差が有意でないことが示された ( $t(13) = -1.17, p = 0.252$ )。以上の結果は、本実験方法において SI 課題と RI 課題における応答時間の遅延効果には差があるとはいえないことを示す。

## 5. 総合考察

本研究では、マッチング法をさらに簡便にした二者強制選択による正誤判定法により、ストループ干渉と逆ストループ干渉の両者を比較可能な手法を提案した。また、その手法においても干渉による応答の遅延が生じるか、SI 課題と RI 課題の間に干渉効果の違いが生じるかをテストすることを目的として応答時間を計測する実験を実施した。

その結果、第一に、正誤判定法において、SI 課題と RI 課題のどちらも干渉条件では統制条件よりも応答時間が有意に大きいという結果が示された。この結果から、正誤判定法においても、色名語の文字情報と色情報の干渉による認知の遅れが、定量的に計測できることが明らかになった。第二に、SI 課題と RI 課題の応答時間を比較すると、正誤判定法では SI 課題と RI 課題の応答時間にはほとんど違いが表れず、マッチング法では SI 課題の方が RI 課題よりも応答時間が有意に大きいという相違点が表示された。第三に、SI 課題と RI 課題の応答時間の増加率を比

較すると、正誤判定法とマッチング法のどちらの手法においても両課題の干渉率に有意な差は表れなかった。

第二の結果として述べた、マッチング法において SI 課題の方が RI 課題よりも応答時間が大きいことは、他の研究結果 (箱田・佐々木, 1990; 八田他, 2023) とも整合する。選択肢 5 つのマッチング法を用いて紙面に一覧表示された全試行に対する一定時間内の正答数を分析した箱田・佐々木 (1990) の報告した正答数を制限時間で割ると、1 問あたりの応答時間は SI 課題の統制条件 1.34 秒、干渉条件 1.50 秒、RI 課題の統制条件 1.05 秒、干渉条件 1.11 秒である。また、選択肢 5 つのマッチング法を用いてタブレット端末により 1 問ずつ画面表示した設問に対する応答時間を測定した八田他 (2023) の 1 回目の実験では、1 問あたりの応答時間は SI 課題の統制条件 1.32 秒、干渉条件 1.55 秒、RI 課題の統制条件 0.87 秒、干渉条件 1.07 秒である。これらの結果と、本研究の実験 2 の選択肢 4 つのマッチング法の結果を比較すると、応答時間が 1 秒前後であることや SI 課題の方が RI 課題よりも応答時間が大きいことが類似している。

マッチング法において SI 課題の応答時間が RI 課題よりも大きい原因は、SI 課題では選択肢からの情報認知に時間を要することに起因すると考えられる。文字情報の認識は網膜偏心度により低下し、複数文字からなる文字列は隣接文字間の強い側干渉の影響を受けることが報告されている (Bouma, 1970; 福田, 1979; Schotter, Angele, & Rayner, 2011)。つまり、本実験に用いた平仮名の色名語を認識するには中心視野付近で捉える必要がある。一方、色情報の認識は鼻側 30 度から耳側 50 度の広い視野範囲において中心視野とほぼ等しい色名回答が得られている (瀬川・内川・栗木, 1999)。マッチング法の RI 課題、および正誤判定法の SI 課題と RI 課題では認識が必要な刺激または選択肢の文字情報は 1 つだけであったのに対して、マッチング法の SI 課題では選択肢の 4 つの色名語の文字情報を認識するための視線移動に時間を要した可能性がある。したがって、正誤判定法では、上述のような選択肢からの情報認知に要する時間の課題間の差を最小化したために、SI 課題と RI 課題の応答時間が同程度となったと考えられる。すなわち、SI 課題における色情報の言語変換と、RI 課題における言語情報の色変換とでは、その処理速度に明らかな差は無いことを示唆する。

次に、第三の結果として述べた、SI 課題と RI 課題の応答時間増加率に有意差が表れなかったという結果が、実験 1 の正誤判定法と実験 2 のマッチング法の両者に共通したことについて検討する。この結果は、本研究における実験参加者群と実験環境においては、両課題の干渉率の差はマッチング法を用いても顕在化しなかったこと、そして、提案手法である正誤判定法において SI 課題と RI 課題の干渉率を従来法手法のマッチング法と同様に比較できたことを意味する。本研究の実験参加者群は年齢が 21 ~ 22 歳の一般大学生男女のみであり、個人の特性は調査していない。しかし、マッチング法によるストループ干渉、逆ストループ干渉に関しては、認知機能との関係、

実験参加者の特性により両干渉の効果が異なることなどが報告されている (Ikeda et al., 2013; 松本他, 2012; 佐々木・箱田, 1985; Song & Hakoda, 2015; Song & Hakoda, 2011)。したがって、正誤判定法においても、マッチング法の研究結果と同様に、実験対象者群が変わると両課題の干渉率の差が表れる可能性が十分に考えられる。ただし、本研究で提案した正誤判定法とマッチング法は、応答方法とそれに伴う思考過程、刺激と選択肢の観察範囲や視線行動などの違いがあるため、実験参加者の特性との関係が異なる可能性がある。正誤判定法と個人の特性の関係については今後の課題である。また、実験環境については本研究では PC を使用した。紙の検査用紙と PC ベースのテストを同じマッチング法により比較した研究 (宋・箱田, 2011) では、PC では SI 課題と RI 課題の干渉率は同程度であることが示されたが、紙の検査用紙では SI 課題より RI 課題において大きな干渉率を示した。タブレット端末を用いてタッチペンにより回答する研究 (八田他, 2023) および、課題実施中の脳活動を比較した研究において PC ベースのテストの平均応答時間を指標とした結果 (Song & Hakoda, 2015) においても、SI 課題と RI 課題の干渉率が同程度であることが示されている。一方で、紙の検査用紙を用いた研究では、一般大学生を対象とした研究においても SI 課題と RI 課題の干渉率の有意差が示されており (箱田・佐々木, 1990)、前述のとおり個人の特性による SI 課題と RI 課題の干渉率の違いも多数報告され、課題による情報処理の違いにもとづき干渉率の差が脳機能を表すことが提唱されている。紙の検査用紙とデジタルデバイスという検査環境の違いにより干渉率が異なる原因は明らかではないが、デジタルデバイスでは 1 問単位の表示制御が容易であり、刺激の認知と反応にかかる時間の分離 (宋・箱田, 2011) など詳細なデータ取得を可能とするメリットがある。多様な被験者群に対するデジタルデバイスを用いた SI 課題と RI 課題の干渉率の比較は今後の課題である。以上に述べたように、本研究で提案した正誤判定法には課題も残されているが、正誤判定法にはマッチング法に対して、選択肢の表示範囲の縮小とそれにもとづく視線移動の負担軽減、回答時の手技操作の簡略化などのメリットがある。また、二者強制選択の正誤判定法を左右の足のペダル踏みや Yes/No の口頭応答に置き換えられる可能性もあり、その場合は筆記やキー押下による回答が困難な対象者や状況下においても検査を実施できることも正誤判定法の利点となる。

本研究では、ストループ干渉と逆ストループ干渉の効果を定量的に測定する簡便な手法として、正誤判定法による方法を提案した。提案手法を検証する実験 1 の結果から、提案手法においてもストループ干渉と逆ストループ干渉のいずれも、干渉条件では統制条件よりも有意な応答時間の遅延が示された。次に、実験 2 として、応答方法に従来のマッチング法を用いて、その他の実験環境は実験 1 と同様とした結果、マッチング法を用いた既往研究 (箱田・佐々木, 1990; 八田他, 2023) と類似した結果となった。これらは、ストループ干渉、逆ストループ

干渉を測定する方法として正誤判定法が有効であることを支持する結果といえる。また、正誤判定法において、SI 課題と RI 課題の応答時間に差が表れなかったことから、選択肢からの情報認知に要する時間が課題間で同程度であれば、SI 課題における色情報の言語変換と RI 課題における言語情報の色変換の処理速度には明らかな差は無いことが示唆された。

## 引用文献

- Blais, C. & Besner, D. (2007). A reverse Stroop effect without translation or reading difficulty. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14, 455-459.
- Bouma, H. (1970). Interaction effects in parafoveal letter recognition. *Nature*, 225, 177-178.
- Enchroma. Enchroma Color Blind Test. Retrieved from <https://enchroma.com/pages/test>.
- Flowers, J. H. (1975). "Sensory" interference in a word-color matching task. *Perception & Psychophysics*, 18, 37-43.
- 福田忠彦 (1979). 周辺視における文字列の認識と側干渉効果. *テレビジョン学会誌*, 33 (9), 725-731\_1.
- 箱田裕司・佐々木めぐみ (1990). 集団用ストループ・逆ストループテスト—反応様式、順序、練習の効果—. *教育心理学研究*, 38, 389-394.
- 箱田裕司・佐々木めぐみ (1991). 「新ストループ検査」における二種の干渉と反応様式. *カウンセリング学科論集*, 5, 59-81.
- 八田武志・八田武俊・木村貴彦・重森健太・岩原昭彦 (2023). タブレット版 Stroop 検査作成の試み—信頼性及び妥当性の検討—. *人間環境学研究*, 21 (1), 19-25.
- Ikeda, Y., Okuzumi, H., & Kokubun, M. (2013). Stroop/reverse Stroop interference in typical development and its relation to symptoms of ADHD. *Research in Developmental Disabilities*, 34, 2391-2398.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: An integrative review. *Psychological Bulletin*, 109, 163-209.
- Martin, M. (1981). Reverse Stroop effect with concurrent tasks. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 17, 8-9.
- 松本亜紀・箱田裕司・渡辺めぐみ (2012). マッチング反応を用いて測定したストループ・逆ストループ干渉の発達変化. *心理学研究*, 83 (4), 337-346.
- Pritchatt, D. (1958). An investigation into some of the underlying associative verbal processes of the Stroop colour effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 20, 351-359.
- 佐々木めぐみ・箱田裕司 (1985). ストループ、逆ストループ干渉の発達と老化. *日本教育心理学会第 27 回総会発表論文集*, 208-209.
- 瀬川かおり・内川恵二・栗木一郎 (1999). 周辺視野におけるカテゴリカル色知覚. *照明学会誌*, 83 (11), 850-858.
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 28, 543-552.

- Schotter, E. R., Angele, B., & Rayner, K. (2012). Parafoveal processing in reading. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 74, 5-35.
- 宋永寧・箱田裕司(2011). パソコンを用いた新ストループ・逆ストループテストの作成および実施効果. *認知心理学研究*, 9 (1), 19-26.
- Song, Y. & Hakoda, Y. (2011). An asymmetric Stroop/reverse-Stroop interference phenomenon in ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 15, 499-505.
- Song, Y. & Hakoda, Y. (2015). An fMRI study of the functional mechanisms of Stroop/reverse-Stroop effects. *Behavioral Brain Research*, 290, 187-196.
- The jamovi project (2022). jamovi. (Version 2.3) [Computer Software]. Retrieved from <https://www.jamovi.org>.

(受稿：2023年7月10日 受理：2023年9月11日)